

## 仕様部品と規則による通信サービスの ビジュアルプロトタイピングシステム

井上 泰彰

高見 一正

竹中 豊文

ATR通信システム研究所

あらし 仕様部品とその組み合わせ規則を利用した通信サービス仕様のビジュアルな設計環境を検討している。本稿では、このようなビジュアルな設計環境の概略を述べるとともに、この環境を構築するために必要な要素技術を述べる。特に、提案型の知的な設計環境を実現するため、既存の仕様からユーザ信号に起因したシステムの動作系列とユーザ信号間に存在する関係を抽出し、形式化して適用するビジュアルな設計手法と仕様部品の抽出法を述べる。また、この規則と仕様部品を適用した支援例を示し、本技術の効果と仕様生成手順を示す。

## Visual Prototyping Design Support System Using Specification Components and its Rules for Communication Network Services

Yasuaki Inoue

Kazumasa Takami

Toyofumi Takenaka

ATR Communication Systems Research Laboratories

Sanpeidani Inuidani Seika-cho Soraku-gun Kyoto 619-02 Japan

Abstract We are pursuing research on a visual prototyping design support system using specification components and application rules. In this paper, we propose a system configuration and some fundamental techniques for an iconic programming environment. In order to embody the suggestion function for intelligent design support, we describe the following techniques: (1) formalization of the user signal sequence rule in the existing service specifications, (2) application of specification synthesis.

## 1. まえがき

高度情報社会の進展に伴って、通信サービスへの要求も多様化・複雑化してきており、これに伴い、通信サービスを実現するソフトウェア開発の効率化が重要な課題となっている。また、通信サービスのカスタマイズに伴い、非エキスパートでもソフトウェア作成の可能な環境の構築が望まれている。このような環境を実現するため、AI技術によるソフトウェア作成の自動化(1)、プロトタイプモデルによるソフトウェア開発パラダイム(2)等の研究が行われている。

ユーザの要求仕様を上流工程の早い段階で明確化し、設計仕様に反映するためには、プロトタイピング手法が有効である。特に、ビジュアルなプログラミング技法を取り入れたプロトタイピングは、視覚的効果が期待できる(3)。本稿では、設計者の種々の要求に対応した設計支援環境の構築を目指し、電話機とそれが取り得る動作(Onhook,Flash等)をそれぞれアイコンとして定義し、それらを組み合わせる設計を行うアイコン指向による仕様設計手法について述べる。また、提案型の知的な設計支援を実現するために、既存仕様中に含まれる規則と仕様部品の管理法について述べる。2章では、筆者等が検討しているビジュアルプロトタイプシステムについて説明し、アイコン指向による設計手法を概説する。3章では、既存の仕様からユーザ信号間の動作系列とユーザ信号間の関係を抽出し、形式化する手法を述べる。また、仕様部品の抽出法と電話基本サービス(Plain-Old-Telephone Service:POTS)仕様から抽出した部品例を示す。4章では、この規則と仕様部品を適用したアイコン指向による支援例を示し、本技術の効果と仕様生成手順を示す。5章では、まとめと今後の課題を述べる。

## 2. ビジュアルプロトタイピング設計支援

### 2.1 システム構成

ビジュアルプロトタイピングの構成を図2.1に示す。本システムは、ビジュアルプログラミングによる設計を支援する支援系と設計した仕様をシミュレーションして表示する表示系により構成される(4)。支援系としては、本稿で述べるビジュアルな設計法の他に、シーケンスチャートとSDL/GRによる設計支援が可能である(5)。表示系は、通信サービスの実行経過を、授受される信号、転送経路及び端末や通信バス接続の状態を用いて、動的に表示することができる。また、その動作履歴をモニタすることにより、設計した仕様の動作確認とユーザによるサービスの理解が容易となる。

### 2.2 電話アイコンを利用した設計手法

電話アイコンとしては、ユーザが認識可能な信号(ユーザ信号)の意味に着目して、表2.1に示すようなアイコンを定義する。本設計パラダイムでは、設計者に対して次に取りえるユーザ信号をシステムが提示できるように提案型の設計支援を目指すため、既存仕様からユーザ信号間の動作系列とユーザ信号間の関係を仕様部品として抽出(詳細は3章で示す)し、蓄積・再利用することを基本としている。設計の概要を以下に示す。

- (1) 設計者は、設計しようとするサービスにおいて使用する電話機を配置する。
- (2) システムは、ユーザ信号間の動作系列とユーザ信号間の関係を形式化した規則を適用して、次に可能となるユーザ信号のアイコンを端末毎に提示する。
- (3) 設計者は、提示されたアイコンを逐次選択する

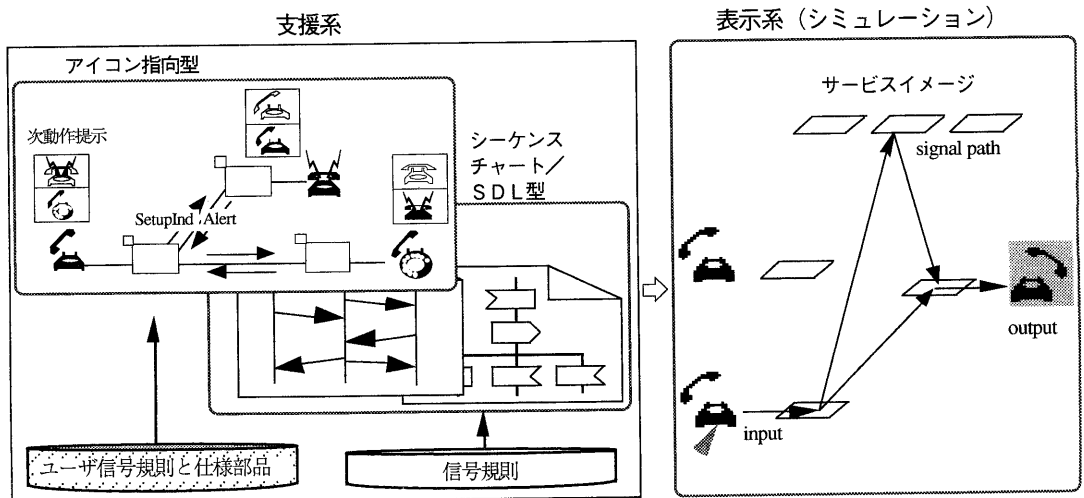


図2.1 ビジュアルプロトタイピングシステム

ことにより、サービスの開始から終了までのサービスの基本となるユーザ信号の系列を記述する。

(4) アイコンの選択と同時に仕様部品を検索して、授受される信号、転送経路及び端末や通信パス接続の状態を、インタラクティブに表示していく。

(5) サービスの基本ルートの設計を終了すると、設計した仕様に従って、動的にシミュレーションして表示し、基本ルート以外のオルタナティブなルートがある場合は、その時点での選択の内容を表示することにより、設計者に判断を求める。明らかに必要となるルートは自動的に設定する。

(6) システムが選択した仕様部品が適当でない場合は、シミュレーションをその場で止め、SDL型支援系等を用いて設計を行い、新しい部品として登録する。また、新しいサービスの設計において不足していた新しいユーザ信号やユーザ信号間の動作系列を登録する。

### 3. ユーザ信号間の関係と仕様部品

#### 3.1 ユーザ信号間の関係

電話アイコンの操作のみでサービス仕様を生成するビジュアルプログラミングにおいては、明らかに分かっている部分等をシステムで補完することにより、仕様の記述量をできるかぎり小さくする必要がある。また、システム側が次に可能な電話アイコンの操作を提案することによって、より高度なビジュアル設計支援

表 2. 1 電話アイコン

信号名称	信号の意味	アイコン	使用場面例
OnHook	能動的終了		自分から通話を終了する
	受動的終了		相手から通話を終了する(DiscInd)
OffHook	着信応答		通話要求を受け付ける
	発信応答		相手が通話要求を受け付ける(SetupRes)
	発信開始		通話処理を開始する
Flash	着信応答		更に別の相手からの通話要求を受け付ける
	発信応答		相手が更に別の相手からの通話要求を受け付け(SetupRes)
	発信開始		更に別の相手との通話処理を開始する
Digits	接続要求		通話したい相手の番号を入力する
	着信要求		相手が通話したい番号を入力し、着信させる(SetupInd)

が可能となる。本節では、これらを実現するために、既存サービス仕様から、ユーザ信号間の動作系列とユーザ信号間の関係の抽出と、これらを規則として利用するための形式化手法について述べる。

POTS仕様の一部を図3.1に示す。図3.1においてユーザ信号とはSetupInd(相手Digitis),OffHook,DiscInd(相手OnHook)である。これらの信号において、SetupIndの後のOffHookとDiscIndの信号は、発着それぞれのユーザのアクションに依存した信号である。また、OffHook(着信応答)によって、発着のユーザが通話状態になった後は、DiscIndにより通話が必ず終了する。このようにPOTSの仕様を分析することにより、我々はユーザ信号間の関係を、表3.1に示すような時間的關係と空間的關係により分類することとした。時間的關係とは2つのユーザ信号間の時間的な順序關係であり、空間的關係とはあるユーザ信号の次に来る2つのユーザ信号間の共存の有無に関する關係である。

この関係を使ったPOTS仕様のユーザ信号間の関係規則を図3.2に示す。このようなユーザ信号間の関係規則を利用すると、表3.2に示すように、ユーザ信号の系列の自動補完が可能となる。

#### 3.2 仕様部品

POTS仕様から抽出したそれぞれのユーザ信号間の動作系列(仕様部品)の一部を表3.3に示す。1つのユーザ信号間のペアに於て、複数の仕様部品が対応する場合がある。例えば、能動的終了→”空き”では、(1)ダイヤル待ち状態での終了、(2)相手呼び出し状態での終了、(3)通話状態での終了、(4)切断状態

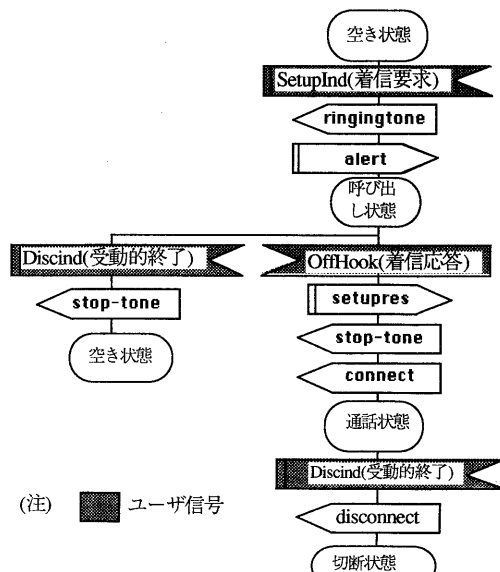


図 3. 1 POTS仕様におけるユーザ信号動作系列

の終了という4つの意味の部品が存在しており、設計の場面に依りて一意に決定する必要がある。既存仕様の中でこれらのそれぞれの部品が使われている状況を見ると、能動的終了→” 空き” の4つの動作系列は、状況に応じて選択しなければならない。能動的終了→” 空き” の4つの部品の選択では、設計されたユーザ信号の動作系列において1つ前のユーザ信号にさかのぼって、そのユーザ信号との関係を付けければ決定できるものもあるが、必ずしも決定できるとは限らない。部品を一意に決めるためには、(1) 1つ前のユーザ信号との関係を持って部品を管理する、(2) どうしても決定できないものは設計者の判断を求められるようなインタフェースを準備する、等を検討する必要がある。また、サービスによっては、そのまま利用できる部品と一部修正して適用しなければならないものがあると考えられ、新サービスの設計毎に新しい部

品は登録でき、また必要に応じて修正できる環境が必要となる。

表 3. 2 関係記述の利点

ユーザ信号の関係記述	サービス設計時の利点
	設計者がA→Cの設計をしたとき、A→Bの経路を仕様中に自動的に付加できる。
	設計者がA→Cの設計をしたとき、A→Bの経路を自動的に削除できる。
	設計者がA→Cの設計をしたとき、A→Bの経路を仕様中に自動的に付加できる。

表 3. 1 ユーザ信号間関係

ユーザ信号間関係	属性	意味	例	記述 (図3.2)
時間的関係	存在必然性	時系列中に必ず存在するユーザ信号間関係。	着信応答 (Offhook) が仕様中に存在するとき、能動的終了 (Onhook) はそれ以降の時系列中に必ず存在する。	□
	存在可能性	時系列中に存在する可能性があるユーザ信号間関係。	着信要求 (Setupindication) が仕様中に存在するとき、着信応答 (Offhook) はそれ以降の時系列中に存在する可能性がある。	◇
空間的関係	共存性	一方のユーザ信号が存在するとき、他方のユーザ信号は常に存在する関係、又は一方のユーザ信号が存在しないとき、他方のユーザ信号は決して存在しない関係。	着信応答 (Offhook) と受動的終了 (Discindication) は、着信要求 (Setupindication) の次の場面ではどちらも存在しないか (着信拒否のケース)、どちらも存在する (着信応答のケース)。	AND
	排他性	一方のユーザ信号が存在するとき、他方のユーザ信号は決して存在しない関係、又は一方のユーザ信号が存在しないとき、他方のユーザ信号は常に存在する関係。	選択的な着信要求 (SetupInd) と通常の着信要求 (SetupInd) は、同じ場面では同時に存在しない。	OR

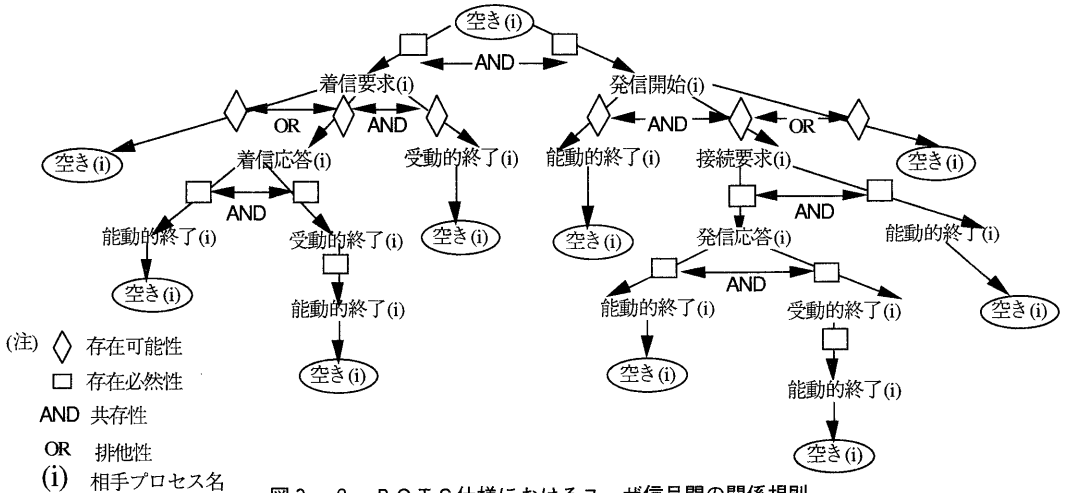


図 3. 2 POTS仕様におけるユーザ信号間関係規則

#### 4. 設計支援例

POTS仕様におけるユーザ信号の関係規則（図3.2）を適用して、コールウェイティング(CW)サービスを設計する場合の支援例の一部を以下に示す。また、設計したユーザ信号系列から表3.3のユーザ信号間の動作系列（仕様部品）を使ってSDLを生成する例を示す。

(1) ユーザ信号の関係規則適用によるユーザ信号系列の設計

端末A、B、Cがあり、AとBが通話中のところにCからAへの着信があった場面の、A端末を制御するプロセスの設計状況を図4.1に示す。

(a) Bとの通信に関しては、着信応答した状況であり、Cからの着信があるとCとの通信について「空き状態」であるため、Cとのユーザ信号系列作成のため、図3.2の関係規則を「空き」から適用し、「着信応答(B)・空き(C)」から「着信応答(B)・着信要求(C)」の枝を形成する。「着信応答(B)・着信要求(C)」からは、関係規則により、「着信応答(B)・空き(C) (着信拒否の意味)」、「着信応答(B)・着信応答(C)」及び「着信応答(B)・受動的終了(C)」の枝があり、ORの関係を持っている着信拒否と着信応答の動作のオルタネティブを設計者に提示する。また、Bに対して関係規則を「着信応答」から適用し、「着信応答(B)・空き(C)」から、存在必然性とANDの関係がある「能動的終了(B)・空き(C)」と「受動的終了(B)・空き(C)」の枝を形成する。

(b) 設計者が着信応答(C)を選ぶとANDの関係がある受動的終了のルートが自動的に形成される。同様に、Bに関しても、存在必然性とANDの関係がある能動的終了と受動的終了のルートが自動的に形成さ

れる。また、着信要求→着信応答（表3.3）の系列の仕様部品が検索され、Aが呼び出し状態（Ringng送出）となり、CにはAlertが送信される状況を表示し、部品の正当性を設計者が判断できるようにする。CWの仕様では、呼び出し音は、AとBの通信中に割り込ませる音であるためPOTSの音とは変更する必要がある。この場合、部品のRingng-toneをCW-toneに修正して再利用することができる。

CWでは、相手を保留状態にして通話するサービスであるため、保留と保留解除の信号はPOTSにはなかったのが新たに規定して、規則として追加・蓄積する必要がある。

(2) SDL仕様の生成

設計したユーザ信号の動作系列からSDLの生成状況を図4.2に示す。表3.2の仕様部品を適用して再利用できる部品と設計者が修正・追加して利用できる部品を区別して示している。保留と保留解除についてはPOTSの仕様ではなかったため、全く新しく設計しなければならない。仕様部品も新しいサービスを設計するに従い蓄積していく必要がある。

5. あとがき

ビジュアルプロトタイプングシステムにおいて、電話機をベースとしたアイコン指向によるビジュアルプログラム環境を実現するための要素技術について検討し、以下の点を明らかにした。

(1) 仕様中に存在するユーザ信号系列とユーザ信号間の関係は規則として形式化できる。

(2) 電話アイコンレベルの操作から検索するための仕様部品はサービス仕様の中のユーザ信号間の動作系列として定義できる。

(3) 上記(1)、(2)より、サービス仕様の設計においてシステムが次に必要なユーザ信号を提案でき

表3.3 POTSサービスから抽出した仕様部品の例

仕様部品の前後のユーザ信号	仕様部品	仕様部品の意味	1つ前のユーザ信号
着信要求→着信応答	[SetupInd](Ringng-tone,Alert)	着信呼び出し	
着信要求→"空き"	[SetupInd](Busy)	着信呼をシステムが拒否	なし
着信応答 →能動的終了	[OffHook](SetupRes,Stop-tone,Connect)	着信呼に応答し、通話バスを接続	着信要求
着信応答 →受動的終了			
能動的終了 →"空き"	[OnHook](Stop-tone)	ダイヤル待ち状態で終了受信によりトーンを停止	発信開始、接続要求
	[OnHook]("NULL")	切断状態で終了受信により"空き"に遷移	受動的終了
	[OnHook](Stop-tone,DiscInd)	呼び出し状態で終了受信により、相手に終了を送信し、トーンを停止	接続要求
	[OnHook](DiscInd,Disconnect)	通話状態で終了受信により、通話バスを切って、相手に終了を送信	発信応答
受動的終了 →能動的終了	[DiscInd](Disconnect)	通話状態で相手から終了を受信して、通話バスを切断	着信応答、発信応答
受動的終了 →"空き"	[DiscInd](Stop-tone)	リングング状態で相手から終了を受信して、トーンを停止	着信要求

(注) □:ユーザ信号、○:ユーザ信号間の動作系列

る知的な設計環境が構築できる。

今後は、システム化に向け、以下に示す課題に関して詳細な検討を行う必要がある。

(1) 規則と仕様部品が他の通信サービスへの程度適用できるか評価する必要がある。

(2) 新しい規則と仕様部品の登録手順について明確化する必要がある。

**謝辞**

本研究を進める上で、ご指導と励ましをいただいた国際電気通信基礎技術研究所葉原耕平副社長に深く感謝いたします。また、有益な議論を頂いたATR通信システム研究所の皆様へ感謝します。

**参考文献**

- (1)堀「ソフトウェアの知的な開発へ向けて」人工知能学会誌, Vol.6, No.2, Feb. 1991.
- (2)B. W. Bodrm. 「A Spiral Model of Software Development and Enhancement」IEEE Computer, May 1988.
- (3)西川、寺田「視覚的プログラミング環境」情報処理, Vol.30, No.4, Apr. 1989.
- (4)西園、竹中「通信ソフトウェアの図的プロトタイプリングシステム」電子情報通信学会、交換研究会 SSE90-136, Mar. 1991.3.
- (5)K. Genji, K. Takami, T. Nishizono and T. Takenaka 「Formalization of Experimental Knowledge for Message Sequence Design and its Application」4th JC-CNSS, July 1991.

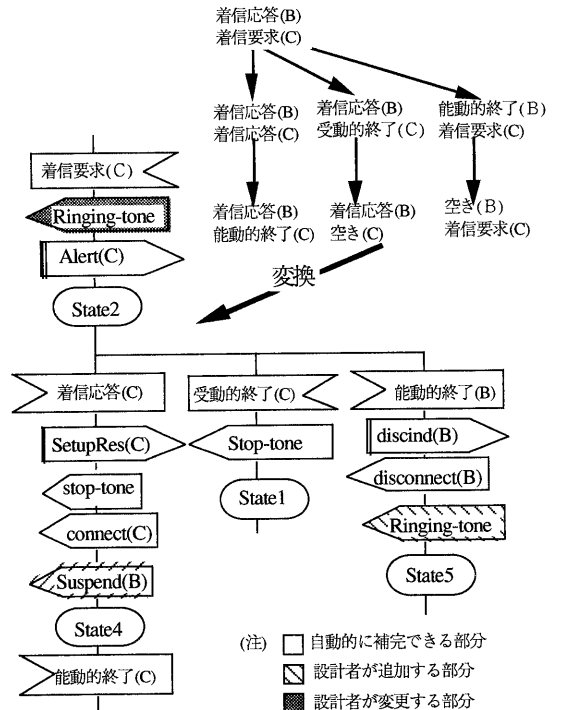


図4.2 ユーザ信号の動作系列からSDLへの変換例 (CWサービス仕様の一部)

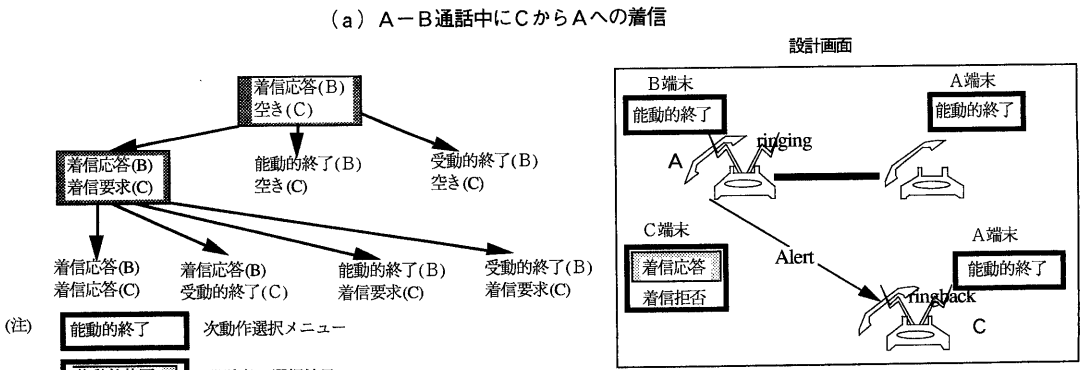
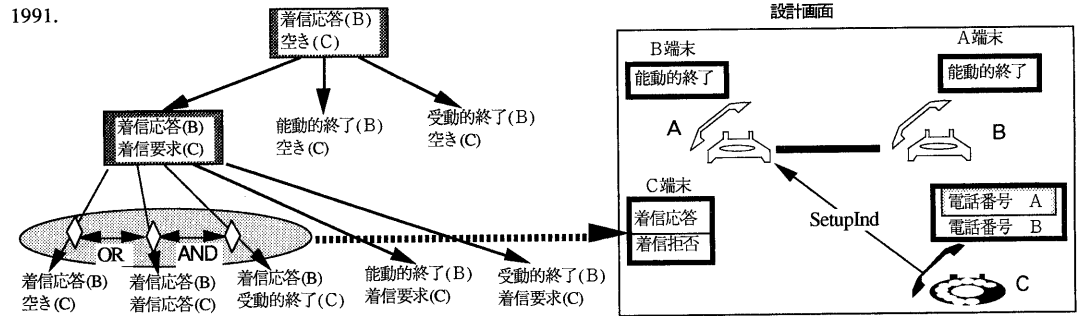


図4.1 CWサービスの設計例